

# PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS TITIK (*SPOT WELDING*) LOGAM DISSIMILAR STAINLESS STEEL DAN BAJA KARBON RENDAH

Ahmadil Amin

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Kotabaru  
Jl. Raya Stagen Km. 9,5 Kotabaru. Kalimantan Selatan  
E-mail: [ahmadil.poltek\\_ktb@yahoo.co.id](mailto:ahmadil.poltek_ktb@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

Penggunaan arus listrik akan berhubungan dengan masukan panas. Dibutuhkan masukan panas yang cukup untuk membentuk struktur nugget yang baik sehingga dapat menghasilkan kekuatan sambungan yang maksimal. Struktur nugget dipengaruhi oleh tekanan elektroda, waktu tahan dan arus yang digunakan. Dengan mengatur parameter besarnya arus yang diberikan akan dihasilkan kualitas sambungan yang paling baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las titik (*spot welding*) logam *dissimilar stainless steel* (SS) dan baja karbon rendah (MS). Variasi arus yang digunakan adalah 60 A, 70 A dan 80 A. Waktu pengelasan yang digunakan adalah 4 detik. Spesimen uji menggunakan material stainless steel dengan ketebalan 1,2 mm dan baja karbon rendah dengan ketebalan 0,9 mm. Penelitian ini dilakukan di Politeknik Kotabaru dan Laboratorium Polteknik Negeri Malang. Penelitian yang dilakukan adalah uji tarik sesuai standar ASME (*American Society of Mechanical Engineering*) dan pengujian mikrostruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Peningkatan arus listrik dari 60 A ke 70 A berdampak pada kenaikan kekuatan tarik. Sedangkan peningkatan arus listrik dari 70 A ke 80 A memperlihatkan penurunan kekuatan tarik. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kondisi terbaik terjadi pada arus listrik 70 A yang memberikan kekuatan tarik sebesar 190,920 kN/mm<sup>2</sup>. Pengamatan struktur mikro pada sambungan las titik logam *dissimilar* antara *stainless steel* dan baja karbon rendah memiliki *fusion zone* yang tidak simetris. Terjadi karena adanya perbedaan konduktivitas thermal bahan logam yang digunakan. Las titik dengan variasi arus listrik 70 A menghasilkan daerah HAZ yang didominasi oleh struktur perlit dengan butiran yang lebih halus dan homogen dibandingkan specimen lainnya.

**Kata kunci:** Las Titik, Arus Listrik, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Dissimilar.

## PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan dunia perindustrian telah mendorong timbulnya berbagai inovasi dengan gagasan yang baru guna menghasilkan berbagai macam produk yang lebih unggul dan memiliki kualitas yang lebih baik. Dalam

industri otomotif, terobosan serta inovasi terbaru sangat diperlukan untuk menjaga dan meningkatkan hasil produksi sehingga pemanfaatan dan penerapan teknologi merupakan hal mutlak yang harus dilakukan, seperti halnya teknologi pengelasan. Pengelasan merupakan cara penyambungan

logam yang paling banyak digunakan karena pengelasan mempunyai kelebihan diantaranya adalah hasil sambungannya lebih kuat [1].

Salah satu metode yang digunakan dalam penyambungan lembaran-lembaran plat tipis yang banyak ditemukan dalam industri otomotif seperti pada pengerjaan *body* atau kerangka mobil adalah las titik (*Spot welding*). Penyambungan dilakukan dengan cara permukaan plat yang akan disambung ditekan diantara elektroda dan pada saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan logam menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik [2].

Keunggulan dari pengelasan titik dibandingkan dengan pengelasan lainnya yaitu prosesnya cepat, sehingga cocok untuk produksi massal, suplai panas yang diberikan cukup akurat dan regular, sifat mekanik hasil las kompetitif dengan logam induk dan tidak memerlukan kawat las [3].

Material yang disambung dapat berbentuk sejenis (*similar*) maupun berbeda jenis (*dissimilar*). Pengelasan *dissimilar* ini dapat lebih rumit dari pada pengelasan *similar* karena siklus termal yang berbeda dialami masing-masing logam. [4].

Penggunaan arus listrik akan berhubungan dengan masukan panas. Dibutuhkan masukan panas yang cukup untuk membentuk struktur nugget yang baik sehingga dapat menghasilkan kekuatan sambungan yang maksimal. Struktur nugget dipengaruhi oleh tekanan elektroda, waktu tahan dan arus yang digunakan. Dengan mengatur parameter besarnya arus yang diberikan akan dihasilkan kualitas sambungan yang paling baik.

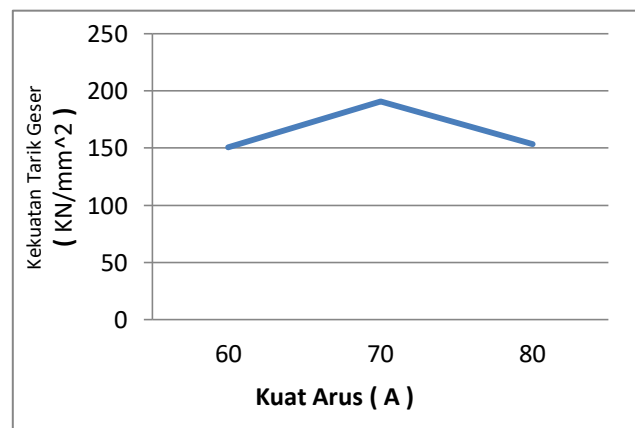
Oleh karenanya kajian untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las titik (*spot welding*) logam *dissimilar stainless steel* (SS) dan baja karbon rendah (MS) menjadi sangat penting untuk dipelajari.

## METODE PENELITIAN

Spesimen uji menggunakan material plat stainless steel (SS) dengan ketebalan 1,2 mm dan plat baja karbon rendah (MS) dengan ketebalan 0,9 mm. Variasi arus listrik yang digunakan adalah 60 A, 70 A, 80 A. Sedangkan waktu pengelasan yang digunakan adalah 4 detik. Penelitian ini dilakukan di Politeknik Kotabaru dan Laboratorium Polteknik Negeri Malang. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik sesuai standar ASME (*American Society of Mechanical Engineering*) dan pengujian mikrostruktur. Pengujian struktur mikro dilakukan untuk melihat terjadinya perubahan struktur mikro pada benda uji sebagai akibat dari proses pengelasan yang diterimanya. Pada uji struktur mikro yang diamati adalah daerah HAZ.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik



Gambar 4. Grafik Pengaruh Arus terhadap Kekuatan Tarik

Dari gambar 4 di atas terlihat bahwa peningkatan arus listrik dari 60 A ke 70 A berdampak pada kenaikan kekuatan tarik.

Sedangkan peningkatan arus listrik dari 70 A ke 80 A memperlihatkan penurunan kekuatan tarik. Pada Arus listrik 60 A didapatkan nilai kekuatan tarik sebesar  $150,785 \text{ kN/mm}^2$ . Pada arus listrik 70 A didapatkan kekuatan tarik sebesar  $190,920 \text{ kN/mm}^2$ . Sedangkan pada arus listrik 80 A diperoleh nilai kekuatan tarik sebesar  $153,533 \text{ kN/mm}^2$ . Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kondisi terbaik terjadi pada arus listrik 70 A yang memberikan kekuatan tarik sebesar  $190,920 \text{ kN/mm}^2$ .

Dengan meningkatnya arus pengelasan didapatkan kekuatan tarik yang semakin rendah. Hal ini dikarenakan arus pengelasan yang semakin besar akan menghasilkan daerah logam las yang lebar serta penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan [5]. Hal ini sesuai dengan diameter logam las (*nugget*) yang terbentuk, dimana seiring dengan meningkatnya arus pengelasan maka diameter *nugget* semakin besar.

Semakin besar arus yang digunakan, maka masukan panas yang terjadi juga semakin besar. Tetapi tidak selamanya sambungan menjadi lebih baik, pada sambungan las titik logam *dissimilar* ada suatu kondisi dimana semakin besar arus tetapi hasilnya lasnya rusak, hal ini terjadi karena titik lebur pada setiap material berbeda – beda, jika panas yang dihasilkan melebihi titik lebur material yang digunakan, maka hasil pengelasan akan rusak.

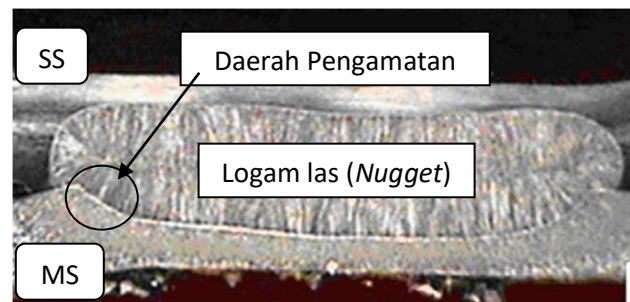
Pada sambungan las titik logam *dissimilar stainless steel* dan baja karbon rendah, logam *stainless steel* cenderung lebih kuat dibandingkan baja karbon rendah, hal ini dapat dilihat dari letak sobekan berada di daerah HAZ baja karbon rendah dan logam las menempel pada *stainless steel*.

### Pengaruh Arus Listrik Terhadap Mikrostruktur.

Struktur mikro hasil las titik logam *dissimilar stainless steel* (SS) dan baja karbon rendah (MS) dapat dilihat pada gambar 5. Terdapat tiga daerah struktur mikro pada sambungan las, yaitu : *Fusion Zone* (FZ), Logam las (*Nugget*), *Heat Affected Zone* (HAZ), dan *Base Metal* (BM).

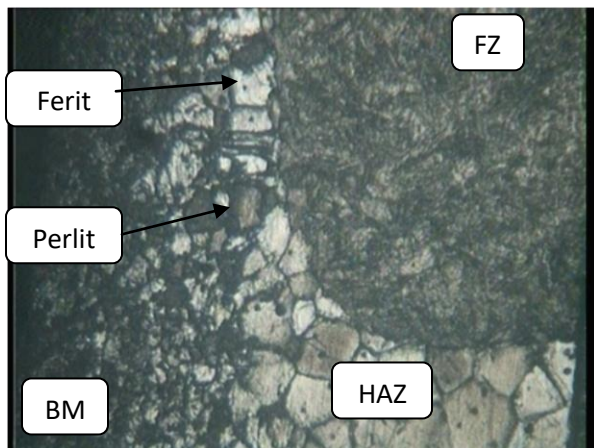
Dari gambar terlihat bahwa posisi dari logam las (*Nugget*) tidak simetris, tetapi lebih banyak berada di daerah *stainless steel*. Tahanan listrik dan konduktivitas thermal mempengaruhi pembentukan logam las (*nugget*) dan pertumbuhannya. [6].

Inilah yang terjadi pada sambungan las titik logam *dissimilar*. Hambatan listrik yang lebih rendah dari baja karbon dan konduktivitas thermal yang lebih tinggi dibandingkan dengan *stainless steel* menyebabkan *fusion zone* lebih kecil pada daerah baja karbon rendah. Kondisi ini dapat menjelaskan mengapa logam *stainless steel* cenderung lebih kuat dari pada baja karbon rendah.

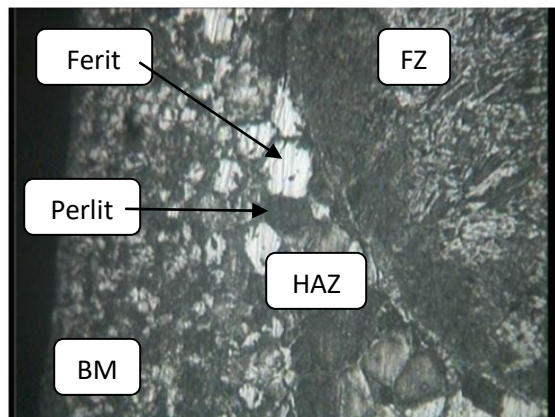


Gambar 5. Struktur mikro hasil las titik logam *dissimilar*.

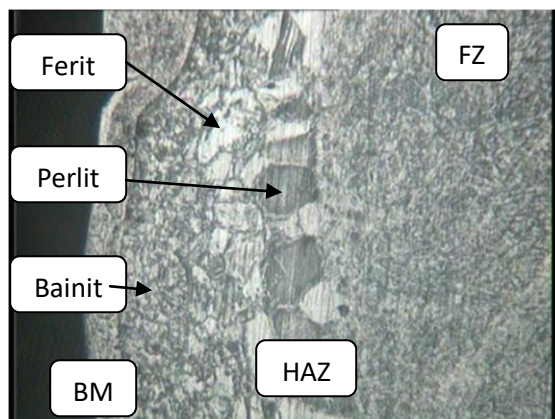
Pada gambar 6, 7, dan 8 dapat dilihat struktur mikro yang terbentuk akibat variasi arus listrik. Karena logam *stainless steel* cenderung lebih kuat dari pada baja karbon rendah, maka pengamatan lebih difokuskan pada daerah HAZ baja karbon rendah (MS).



Gambar 6. Struktur mikro hasil las titik arus 60 A



Gambar 7. Struktur mikro hasil las titik arus 70 A



Gambar 8. Struktur mikro hasil las titik arus 80 A

Hasil pengamatan struktur mikro memperlihatkan struktur yang terjadi adalah struktur ferit dan perlit yang tersebar merata. Struktur ferit yang berwarna terang dan struktur perlit berwarna gelap. Ferit mempunyai sifat yang lebih lunak bila dibandingkan dengan perlit. Pada foto struktur mikro dapat dilihat bahwa akibat variasi arus listrik maka terjadi perbedaan struktur mikro yang terbentuk pada HAZ. Peningkatan arus listrik dari 60 A ke 70 A berdampak pada daerah HAZ yang semakin gelap karena struktur mikro yang terbentuk didominasi oleh struktur perlit. Selain itu juga terlihat ukuran butiran yang semakin homogen dan semakin halus pada HAZ. Sedangkan peningkatan arus listrik dari 70 A ke 80 A berdampak pada daerah HAZ yang kembali menjadi terang karena didominasi oleh struktur bainit. Apabila arus listrik makin tinggi maka timbul fasa bainit dan martensit yang kekerasannya tinggi. Akibat kekerasan yang tinggi ini, maka kekuatan tarik geser sambungan las menjadi berkurang. Selain itu, semakin tinggi arus listrik, maka semakin luas/besar daerah HAZ. Hal ini dapat terjadi karena pada daerah las, panas yang diterima logam lebih besar dibandingkan dengan daerah HAZ dan daerah logam induk. Demikian juga pendinginan yang terjadi pada daerah las lebih cepat dibandingkan daerah HAZ dan logam induk, sehingga timbul rekristalisasi dan perubahan besar butir sehingga menyebabkan menurunnya kekuatan tarik geser.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Peningkatan arus listrik dari 60 A ke 70 A berdampak pada kenaikan kekuatan tarik. Sedangkan peningkatan arus listrik dari 70 A ke 80 A memperlihatkan penurunan kekuatan tarik.

2. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kondisi terbaik terjadi pada arus listrik 70 A yang memberikan kekuatan tarik sebesar  $190,920 \text{ kN/mm}^2$ .
3. Pengamatan struktur mikro pada sambungan las titik logam *dissimilar* antara *stainless steel* dan baja karbon rendah memiliki *fusion zone* yang tidak simetris. Terjadi karena adanya perbedaan konduktivitas thermal bahan logam yang digunakan.
4. Las titik dengan variasi arus listrik 70 A menghasilkan daerah HAZ yang didominasi oleh struktur perlit dengan butiran yang lebih halus dan homogen dibandingkan specimen lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwaningrum, Y., Fatchan, M. 2013. *Pengaruh arus listrik terhadap karakteristik fisik – mekanik sambungan las titik logam dissimilar Al-Steel*. Jurnal Teknik Mesin, 15 (1)
- [2] Wiyono, T. 2012. *Penentuan pengelasan dissimilar aluminium dan plat baja karbon rendah dengan variasi waktu pengelasan dan arus listrik*. Journal Foundry, 2(1).
- [3] Anis, M., Irsyadi, A., Ferdian, D. 2009. *Studi lapisan intermetalik Cu Sn pada ujung elektroda dalam pengelasan titik baja galvanis*. Jurnal Teknologi, 13 (2).
- [4] Subrammanian, A. Jabaraj, B.D. 2013. *Research on resistance spot welding of stainless steel*. International Journal of Scientific & Engineering research, 4 (12).
- [5] Arifin, S. 1997. *Las listrik dan Otogen*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [6] M. Pouranvari, P.Marashi, M.Goodarzi. 2008. *Failure mode of dissimilar resistance spot welds between austenitic stainless and low carbon steels*. Metal 2008.